

S/N To be assigned

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Ruuskanen Serial No.: To be assigned  
Filed: CONCURRENT HERewith Docket No.: 796.422USW  
Title: CONTROL OF PHASE LOCKED LOOP DURING CHANGE OF  
SYNCHRONISATION SOURCE



CERTIFICATE UNDER 37 CFR 1.10

'Express Mail' mailing label number: EL887039185US

Date of Deposit: December 12, 2001

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service 'Express Mail Post Office To Addressee' service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

By: Lee Thao

Name: Lee Thao

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Box Patent Application  
Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed is a certified copy of Finnish application, Serial Number 991507, filed 1  
July 1999, the priority of which is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

Altera Law Group, LLC  
6500 City West Parkway – Suite 100  
Minneapolis, MN 55344-7701  
952-912-0527

Date: December 12, 2001

By:

Michael B. Lasky  
Michael B. Lasky  
Reg. No. 29,555  
MBL/blj

Helsinki 22.11.2001

JCE79 U.S. PRO

10/017888



12/12/01

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

Hakija  
Applicant

Nokia Telecommunications Oy  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

991507 (pat.107481)

Tekemispäivä  
Filing date

01.07.1999

Kansainvälinen luokka  
International class

H03L 7/189

Keksinnön nimitys  
Title of invention

**"Vaihelukitun silmukan ohjaus synkronointilähteen vaihdon yhteydessä"**

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 05.12.1999 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen **Nokia Networks Oy**.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 05.12.1999 with the name changed into **Nokia Networks Oy**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1782/1995 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1782/1995 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

## Vaihelukitun silmukan ohjaus synkronointilähteen vaihdon yhteydessä

### Keksinnön ala

- 5 Tämä keksintö koskee digitaalisessa vaihelukossa tapahtuvaa toimintaa, kun vaihelukkoon tuotu synkronointisignaali halutaan vaihtaa toiseen synkronointisignaaliin.

### Tekniikan tausta

- 10 Tietoliikennejärjestelmissä solmujen laitteet lähettävät ja vastaanottavat dataa toisiltaan solmuja yhdistävän siirtoverkon kautta. Ellei vastaanottopiirin kello ole synkronoitu tulevan datan taajuuteen ja vaiheeseen, ei dataa voida vastaanottaa oikein. Vastaanottopiirin kellotaajuus muodostetaan lähes aina vaihelukitulla silmukalla PLL (Phase Locked Loop).

- 15 Vaihelukon tarkoituksena on poistaa synkronointisignaalisia ilmeniviä värinä-, vaellus- ym. häiriökomponentteja. Pitkä siirtotie huonontaa vastaanotettua signaalia ja vääristynyt tulosignaali asettaa suuria vaatimuksia kellosignaalin uudelleengenerointilohkolle.

- 20 Jos synkronointisignaalin reitille sattuu vikatilanne, voidaan joutua käyttämään toista synkronointilähdettä, jolloin vaihelukko vaihtaa referenssinä toimineen synkronointilähteen toiseen synkronointilähteeseen. Myös verkon rakenteen muuttuessa ja tehtäessä verkon elementtien päivityksiä voidaan joutua tilanteeseen, jolloin vastaanottavan laitteen vaihelukko joutuu vaihtamaan synkronointilähdettä. Vaihelukon on selviydyttävä myös tällaisista tilanteista.

- 25 Tyypillinen vaihelukon rakenne on esitetty kuviossa 1. Vaihe-eromittari 13 vertaa referenssisignaaliksi valitun signaalin P1 ja oskillaattorisignaalista P3 jakamalla muodostetun signaalin P2 välistä vaihe-eroa laske-  
30 malla, kuinka monta oskillaattorisignaalin P3 pulssia mahtuu vertailtavien signaalien nousu- tai laskureunojen väliin. Signaalin P2 taajuus voi olla esimerkiksi kaksi kertaa suurempi kuin signaalin P1. Signaalin P3 taajuus on huomattavasti suurempi kuin signaalien P1 ja P2 taajuudet.

- 35 Mikrotietokoneen 14 tehtävänä on muodostaa ohjaussana D/A-muuntimelle. Ohjaussana saadaan aikaan vaihe-eromittarin 13 mittaustulosten perusteella. Mikrotietokone laskee tietyn mittausjakson aikana saaduista mittaustuloksista keskiarvon, jota käytetään hyväksi aikaisemmin lasketun keskiarvon kanssa ohjaussanaa muodostettaessa.

D/A-muunnin 15 muuntaa ohjaussanan digitaalisesta muodosta analogiseen muotoon, joka syötetään muunnoksen jälkeen kideoskillaattoriin 16. Kideoskillaattori synnyttää signaalin P3, jonka avulla generoidaan vaihe-eromittauksessa käytettävä signaali P2.

- 5 Jakaja 18 saa signaalin P3 oskillaattorisignaalin katkaisupiiristä 17. Katkaisupiirin tarkoituksena on hallita synkronointisignaali-lähteiden vaihtoa. Jos synkronointilähteen 10 signaali halutaan vaihtaa valintapiirissä 12 jostakin syystä toisen synkronointilähteen 11 signaaliin, niin silloin vaihelukon mikrotietokone 14 estää signaalilla CUTC oskillaattorisignaalin pääsyn
- 10 signaalin P2 muodostavalle jakajalle ajaksi T kerrallaan. Katkaisun jälkeen vaihe-eromittarin näkemä signaalin P2 vaihe siirtyy aikavakion T verran signaalin P1 vaiheeseen verrattuna. Suorittamalla signaalin katkaisuoperaatioita sopiva määrä ja lukemalla vaihe-eromittarin arvo jokaisen katkaisun jälkeen voidaan vaihevertailtavien signaalien P1 ja P2 vaihe-ero asettaa aikavakion T tarkkuudella vaihemittarin keskiarvoon SETM. Vaihe-ero siis siirretään peräkkäisillä katkaisuilla mahdollisimman lähelle edellä mainittua keskiarvoa.

- Kuvio 1 esittää tunnetun tekniikan erästä tyypillistä vaihelukon rakennetta. On selvää, että rakenne voi olla myös toisenlainen. Esimerkiksi jakaja 18 ja signaalin katkaisutoiminta 17 voivat olla synkronointitulon valintapiirin 12 ja vaihe-eromittarin 13 välissä toiminnallisesti yhdistettynä. Tällöin mikrotietokone antaa katkaisukomennon CUTC signaalin P1 katkaisemiseksi. Myös molemmissa mainituissa paikoissa voi olla jakaja ja katkaisupiiri.

- 25 Kuviossa 2 on katkoviivalla esitetty tilannetta, jossa synkronointisignaalin vaihdon yhteydessä tapahtunut katkaisutoiminta on kohdistanut signaalin P2 vaiheen haluttuun arvoon aikavakion T tarkkuudella. Asetusarvoksi on valittu keskiarvo SETM siitä, mikä pulssien määrä maksimissaan voisi olla edellä mainittujen nousu- tai laskureunojen välillä. Haluttua vaiheiden keskinäistä sijaintia kuvaa kiinteällä viivalla esitetty signaali P2.

- 30 Kuviossa 3 on kuvattu vaihe-eromittarissa suoritettavan laskennan aikaväli. Tässä esimerkissä laskenta alkaa signaalin P1 nousevasta reunasta ja päättyy signaalin P2 seuraavaan nousevaan reunaan.

- Vaihelukko käynnistetään edellä kuvatun vaiheasetuksen jälkeen, jolloin vaihe-ero säätyy asetusarvoon SETM tietyn asettumisajan kuluessa.
- 35 Asettumisaikana vaihelukon ulostulosignaali esiintyy ei-toivottua vaihe-

siirtymää, joka saattaa aiheuttaa siirtovirheitä tai esimerkiksi puskureiden ylivuotoja.

Kuvio 4 havainnollistaa vuokaaviomuodossa tunnetun tekniikan mukaista menetelmää synkronointilähteen vaihtamiseksi vaihelukossa. Kun järjestelmässä halutaan tehdä päätös synkronointisignaalin vaihtamiseksi (vaihe 48), suoritetaan vaihtotoimenpide (vaihe 41). Jos synkronointisignaalin vaihtoa ei haluta tehdä, vaihelukko jatkaa vaihe-eron ylläpitämistä asetusarvossaan SETM (vaihe 47).

Synkronointisignaalin vaihdon jälkeen vaihe-eromittari mittaa vaihe-eron SETC (vaihe 42). Vaihe-eromittarin mittauservoa verrataan vaihe-eron asetusarvoon (vaihe 43). Jos näiden erotuksen itseisarvo on suurempi kuin aikavakion T arvo, suoritetaan oskillaattorisignaalin katkaisuoperaatio (vaihe 44) antamalla komento CUTC. Jos taas mainittu itseisarvo on pienempi tai yhtä suuri kuin aikavakion T arvo, käynnistetään vaihelukon säätöalgoritmi vaiheessa 45. Säätöalgoritmi pyrkii säätämään vaihe-eron asetusarvoonsa SETM (vaihe 46). Kun asetusarvo on saavutettu, säätöalgoritmi pyrkii ylläpitämään vaihe-eron asetusarvossaan (vaihe 47).

Edellä kuvatun tekniikan tason ongelmana on synkronointilähteen vaihdossa esiintyvä vaihesiirtymä. Tämä vaihevirhe näkyy ulostulosignaalis-  
sa, ja se voi aiheuttaa virhetilanteita kuten esimerkiksi siirtovirheitä tai puskureiden ylivuotoja.

Tämän keksinnön tavoitteena on välttää edellä kuvattu tekniikan tason ongelma. Tavoite saavutetaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa kuvatulla tavalla.

### Keksinnön lyhyt yhteenveto

Keksinnön mukainen menetelmä toimii aluksi synkronointilähteen vaihdon yhteydessä samalla tavoin kuin edellä on kuvattu. Valitun referenssisignaalin ja oskillaattorisignaalista jakamalla muodostetun signaalin vaihe-ero asetetaan katkaisukytkennän avulla katkaisun aikavakion tarkkuudella vaihe-eron asetusarvoon.

Tämän jälkeen keksinnön mukaisessa menetelmässä käytetäänkin katkaisukytkennällä saatua vaihe-eron oloarvoa jatkuvan tilan asetusarvona, eikä vaihe-eromittarin keskiarvoa tai muuta etukäteen määrättyä kiinteää arvoa. Keksinnön mukaisessa menetelmässä siis siirrytään käyttämään referenssisignaali-kohtaista oloarvoa asetusarvona. Koska asetusarvo mää-

räytyy tällä tavoin adaptiivisesti kulloisenkin synkronointilähteen signaalin mukaan, vaihdon yhteydessä ei esiinny vaihesiirtymää.

### Kuvioluettelo

- 5 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisemmin viitaten kuvioiden 2...6 esimerkkeihin, jotka on esitetty oheisissa piirustuksissa, joissa
- kuvio 1 esittää tekniikan tason mukaista vaihelukkopiiriä,
- 10 kuvio 2 esittää katkaisukytkenällä suoritettavaa vaihevertailtavien signaalien kohdistusta,
- kuvio 3 esittää vaihe-eromittarin suorittamaa laskentaa nousureunojen välissä,
- kuvio 4 havainnollistaa vuokaaviomuodossa tekniikan tason mukaista vaihelukon toimintaa synkronointilähteen vaihdon yhteydessä,
- 15 kuvio 5 esittää keksinnön mukaista vaihearvon asetusta ja
- kuvio 6 havainnollistaa vuokaaviomuodossa keksinnön mukaista vaihelukon toimintaa synkronointilähteen vaihdon yhteydessä.

### 20 Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Vaihelukon säätötoiminta voidaan jakaa kahteen osaan: normaaliin säätömoodiin ja synkronointilähteen vaihdon yhteydessä tapahtuvaan referenssisignaalin vaihtomoodiin. Normaalissa säätömoodissa vaihelukko yrittää pitää kideoskillaattorin taajuuden mahdollisimman lähellä referenssilähteen taajuutta, ja vaihtomoodissa vaihelukko yrittää asettaa kideoskillaattorin taajuuden mahdollisimman lähelle referenssilähteen taajuutta.

25 Huomioitavaa on, että synkronointilähteen vaihdon yhteydessä säätöalgoritmi toimii siis kahdella eri toimintamoodilla: aluksi vaihtomoodissa, ja tämän jälkeen normaalimoodissa, joka säätää oskillaattorisignaalin lopulliseen haluttuun vaiheeseen.

30 Kuvio 3 esittää vaihe-eromittarissa tapahtuvaa laskentaa. Vaihevertailija laskee, kuinka monta signaalin P3 pulssia mahtuu signaalin P1 nousureunan ja signaalin P2 nousureunan väliin. Mikrotietokoneen säätöalgoritmilla on asetusarvo pulssien määrälle, jonka mukaan vaihelukko yrittää 35 pitää vaiheistuksen kohdallaan.

Vaihelukon normaalimoodi yrittää pitää vaiheistuksen tässä halutussa asetusarvossa. Kuitenkin referenssisignaalin vaihdon yhteydessä signaalien P1 ja P2 vaihe-ero voi olla niin suuri, että edellä kuvatulla oskillaattorisignaalin katkaisutoiminnalla eli vaihtomoodilla päästään nopeammin tietyllä tarkkuudella haluttuun vaiheistukseen.

Asetusarvo SETM on alunperin kiinteä, jo tehtaalla vaihelukon mikrotietokoneeseen ohjelmoitu arvo. Kuten edellä kuvattiin, peräkkäisillä katkaisutoimenpiteillä saadaan signaali P2 kohdistettua aikavakion T tarkkuudella asetusarvoon SETM. Viimeksi suoritettua katkaisun jälkeisen vaihe-eromittauksen tuloksena saatu vaihe-eron oloarvo on SETC. Kuvioissa 5 on esitetty näin saatu arvo SETC signaalien P1 ja P2 suhteen. Asettamalla halutuksi vaihe-eroarvoksi SETC kiinteän vaihe-eroarvon SETM sijasta vaihelukossa ei esiinny vaihesiirtymää, joka on kuvattu kuvioissa 2, vaan vaihelukko on suoraan halutussa arvossaan synkronointisignaalin vaihdon yhteydessä tapahtuneen katkaisukytkennän jälkeen. Säädön normaalimoodi voi aloittaa toiminnan ideaalitilanteesta. Kuviossa 5 esitetty kiinteällä viivalla piirretty signaali P2 kuvaa signaalin vaihetta, kun vaihelukko siirtyy normaalimoodiin. Katkoviivalla piirretty signaali havainnollistaa tilannetta, johon signaalin P2 pitäisi asettua vaihelukon normaalimoodissa, jos asetusarvona käytettäisiin arvoa SETM.

Keksinnön mukainen menetelmä on kuvattu vuokaaviona kuviossa 6. Toiminta vastaa muuten edellä kuvattua tunnettua menetelmää, mutta eroavaisuudet tapahtuvat sen jälkeen, kun signaali P1 tai P2 on kohdistettu peräkkäisillä katkaisutoimenpiteillä lähelle vaihe-eron asetusarvoa (vaihe 63). Ennen kuin siirrytään vaihelukon normaalimoodiin, annetaan vaihelukon säätöalgoritmille uudeksi vaihearvon asetusarvoksi signaalin P1 tai P2 siirron tuloksena vaihe-eromittauksesta saatu vaihe-eron oloarvo SETC (vaihe 65). Vasta tämän jälkeen käynnistetään vaihelukon säätöalgoritmi (vaihe 66). Kuviossa 4 esitetty tunnetun tekniikan mukainen vaihe-eron säätäminen (vaihe 46) asetusarvoonsa jää siis pois.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä siirrytään siis vaihe-eron kiinteän asetusarvon käytöstä synkronointisignaali-kohtaiseen vaihe-eron mittausarvoon. Asetusarvon vaihto tapahtuu synkronointilähteen vaihtomoodissa, kun havaitaan, että vaihe-ero on riittävän lähellä tiettyä kiinteää arvoa. Tämän johdosta synkronointisignaalin vaihto ei aiheuta vaihelukon ulostulosignaaliin vaihesiirtymää.

Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten liitteenä olevien piirustusten mukaisiin esimerkkeihin, on alan ammattimiehelle itsestään selvää, että keksintöä voidaan muunnella edellä ja oheisissa patenttivaatimuksissa esitetyn keksinnöllisen ajatuksen puitteissa. Ratkaisua voidaan soveltaa erilaisissa käyttöympäristöissä ja sovelluksissa. Esimerkiksi vertailtavan signaalin vaihesiirto voi tapahtua myös muilla tavoin kuin signaalin katkaisulla.



### Patenttivaatimukset

1. Menetelmä digitaalisen vaihelukitun silmukan ohjaamiseksi synkronointilähteen vaihdon yhteydessä, jossa menetelmässä

5 - vaihdetaan synkronointisignaali ensimmäisestä synkronointisignaalista toiseen synkronointisignaaliin,

- mitataan mainitun toisen synkronointisignaalin (P1) ja vaihelukon oskillaattorista muodostetun signaalin (P2) välistä vaihe-eroa,

10 - muutetaan toisen synkronointisignaalin ja vaihelukon oskillaattorista muodostetun signaalin välistä vaihe-eroa, jos mitattu vaihe-ero on suurempi kuin ennalta määrätty raja-arvo, minkä jälkeen mitataan taas mainitun toisen synkronointisignaalin ja vaihelukon oskillaattorista muodostetun signaalin välistä vaihe-eroa,

- käynnistetään vaihelukitun silmukan normaali säätötoiminta, kun mitattu vaihe-ero on pienempi tai yhtäsuuri kuin mainittu raja-arvo,

15 t u n n e t t u siitä, että

vasteena havainnolle, että mitattu vaihe-ero on pienempi tai yhtäsuuri kuin mainittu raja-arvo asetetaan mitattu vaihe-ero vaihe-eron asetusarvoksi vaihelukitun silmukan normaalille säätötoiminnalle, minkä jälkeen säätötoiminta käynnistetään.

20 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että toisen synkronointisignaalin vaiheen siirto suoritetaan estämällä vaihelukon oskillaattorista muodostetun signaalin pääsy vaihelukitun silmukan vaihe-eron mittauselimeen tietyksi ajaksi.

25 3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että estäminen tapahtuu katkaisemalla oskillaattorista muodostetun signaalin toiminnallinen reitti vaihelukitun silmukan vaihe-eron mittauselimeen.

4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että estäminen tapahtuu katkaisemalla toisen synkronointisignaalin toiminnallinen reitti vaihelukitun silmukan vaihe-eron mittauselimeen.

30 5. Digitaalinen vaihelukkojärjestely, joka käsittää,

- valintaelimet (12,14) halutun synkronointilähteen valitsemiseksi ainakin kahden eri synkronointilähteen joukosta,

35 - vaihevertailijan (13), jolla on ensimmäinen ja toinen sisäänmeno ja jolla generoidaan sisäänmenoihin syötettyjen signaalien keskinäisestä vaihe-erosta riippuva ulostulosignaali,

- ohjauselimet (14) ohjaussanan muodostamiseksi vasteena mainitulle vaihe-erosta riippuvalle ulostulosignaali, ja

- oskillaattorin (16), jota ohjataan mainitun ohjaussanan avulla,  
t u n n e t t u siitä, että

5                   mainitut ohjauselimet (14) käsittävät lisäksi asetukset mitatun vaihe-eron asettamiseksi asetusravoksi vaihelukon normaalille säätötoiminnalle.

6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen järjestely, joka käsittää käynnistyselimet silmukan normaalin säätötoiminnan käynnistämiseksi,

10                   t u n n e t t u siitä, että mainitut käynnistyselimet ovat vasteellisia asetuksetille säätötoiminnan käynnistämiseksi vasteena asetusarvon asettamiselle.

**(57) Tiivistelmä**

Keksintö koskee digitaalisessa vaihelukossa tapahtuvaa toimintaa, kun vaihelukkoon tuotu synkronointisignaali halutaan vaihtaa toiseen synkronointisignaaliin. Valitun referenssisignaalin ja oskillaattorisignaalista jakamalla muodostetun signaalin vaihe-ero asetetaan katkaisukytken avulla katkaisun aikavakion tarkkuudella vaihe-eron asetusarvoon. Tämän jälkeen keksinnön mukaisessa menetelmässä käytetään katkaisukytkenällä saatua vaihe-eron oloarvoa vaiheen asetusarvona. Keksinnön mukaisessa menetelmässä siis siirrytään käyttämään kiinteän asetusarvon sijasta referenssisignaaliakohtaista asetusarvoa. Koska asetusarvo määräytyy adaptiivisesti kulloisenkin synkronointilähteen signaalin mukaan, vaihdon yhteydessä ei esiinny vaihesiirtymää.

Kuvio 6

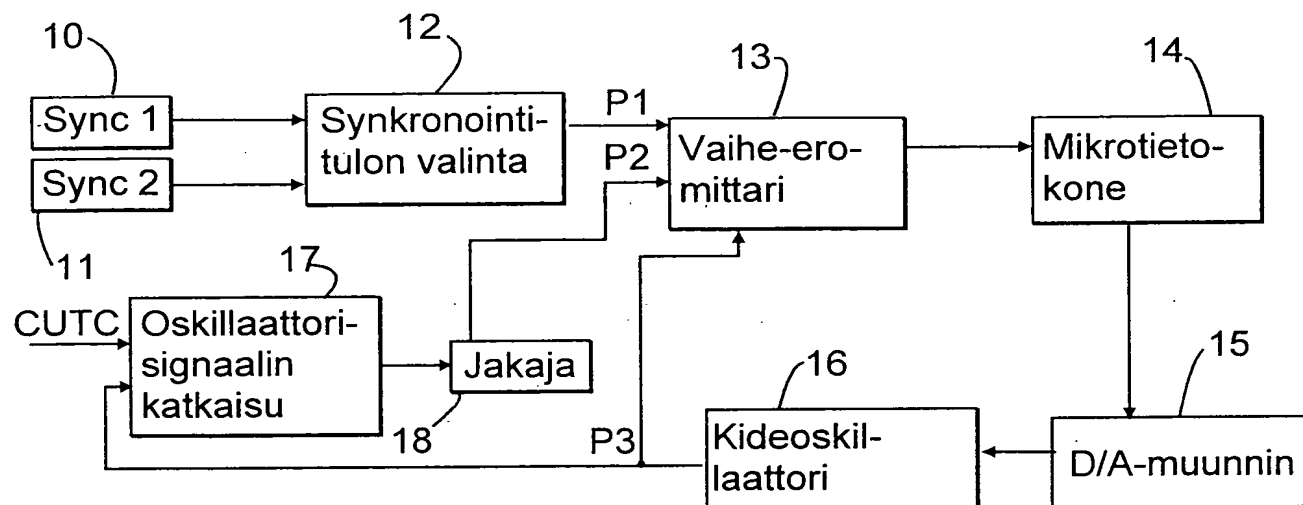


FIG. 1

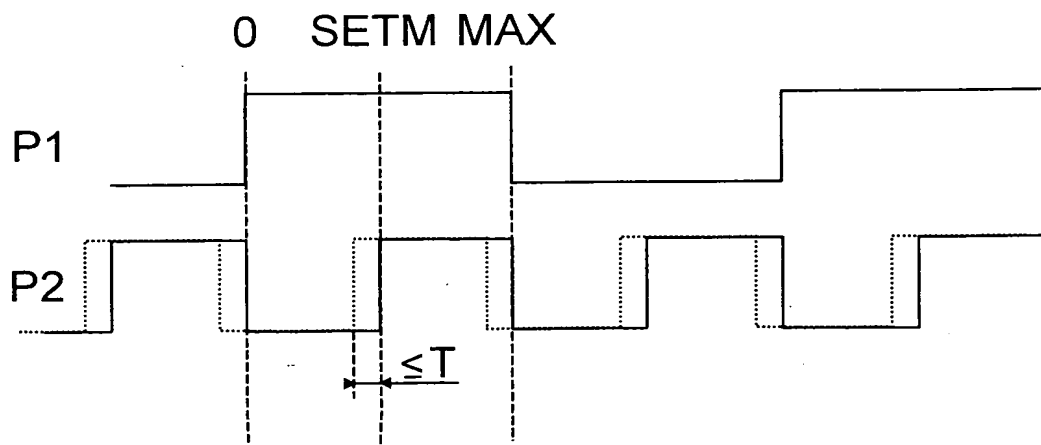


FIG. 2

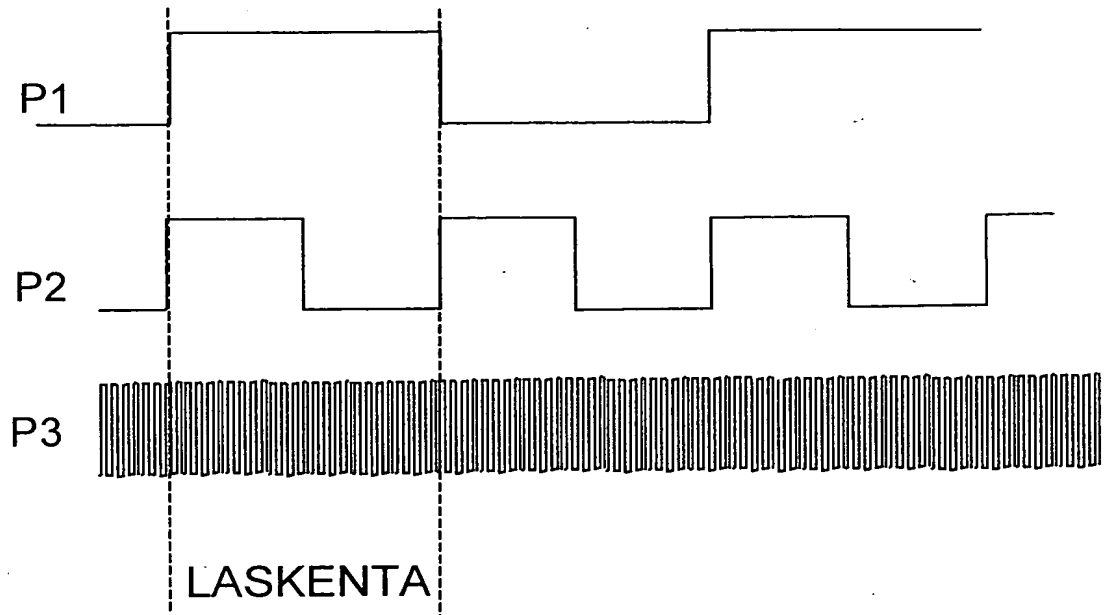


FIG. 3

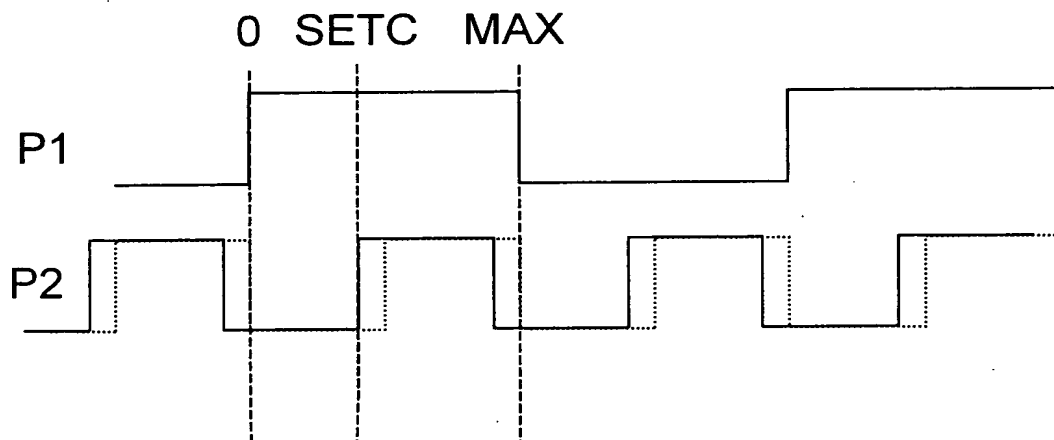


FIG. 5

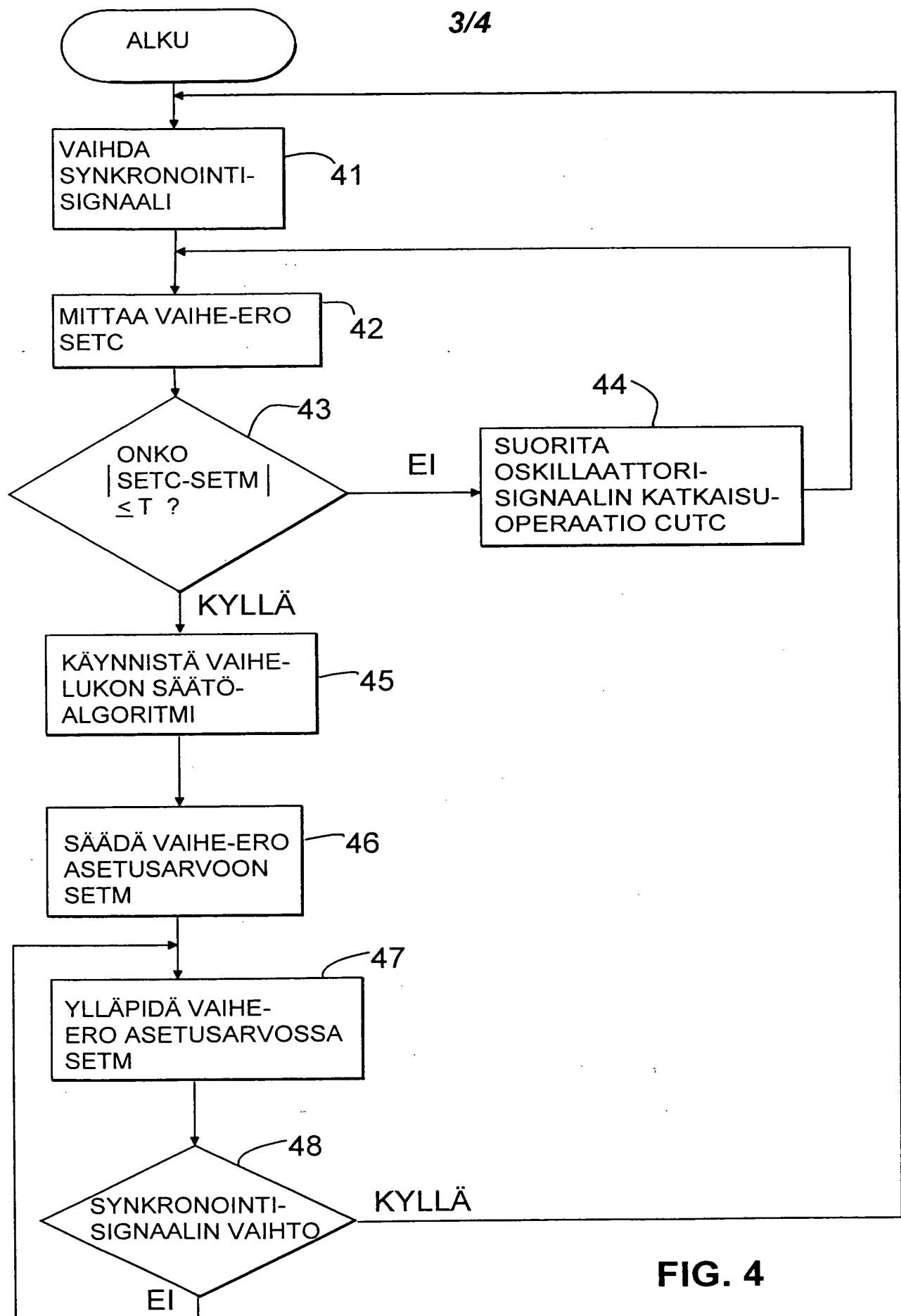


FIG. 4

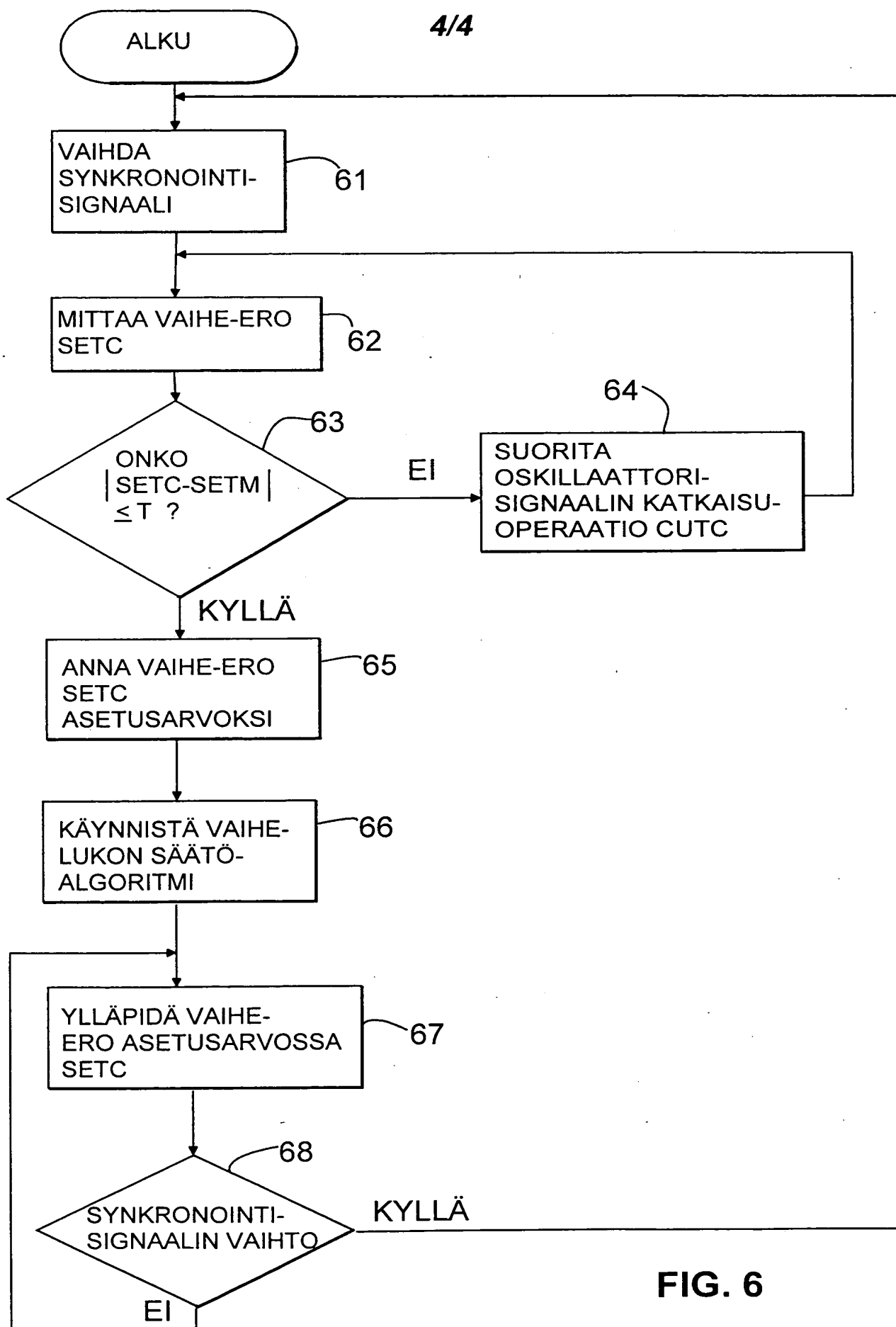


FIG. 6